

7.Стеклопластики : сборник Под ред. Ф. Моргана- М.: Изд-во иностранной литературы, 1961.-480с.

8.Применение композиционных материалов в технике. Композиционные материалы/ под ред. Л. Браутмана, Р.Крока.- М.: Машиностроение, 1978. – Т.3- 508 с.

9.Углеродные волокна и углекомпозиаты: сб. под ред. Э. Фитцера, - М.: Мир, 1988.- 336с.

10.Справочник по композиционным материалам / Под ред. Дж. Любина, пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1988.-448с.

11.Гершберг М.В., Илюшин С.В., Смирнов В.И. Неразрушающие методы контроля судостроительных стеклопластиков. Л.: Судостроение, 1971. 199 с.

СВЧ ПЛАЗМОТРОН ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

Аникин А.В.

Томский политехнический университет

*Научный руководитель: Шиян В.П., к. ф-м.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

В представленной работе для глубокой переработки углеводородного газа на углерод и водород был выбран плазмохимический метод на основе использования плазмы-СВЧ разряда. Целью данной работы является исследование потенциальных возможностей СВЧ плазмотрона для конверсии природного газа.

Принцип работы плазмотрона: поток холодного газа постоянно подается в газоразрядную камеру, где зажигается разряд; газ нагревается, ионизуется в плазму. Мощность плазмотрона различна: от десятков ватт до десятков мегаватт, и давления газа - от единиц мм рт. ст. до сотен атмосфер. Для данного типа СВЧ плазмотрона были проведены расчеты его основных параметров, выбран конструкционный материал, проведены холодные измерения параметров согласования и ослабления волноведущей системы. Выбор рабочей частоты плазмотрона.

В качестве рабочей частоты выбираем частоту, $f = 2450$ МГц.

Данной частоте соответствует рабочая длина волны λ , рассчитанная по формуле:

$$\lambda = c/f = 3 \cdot 10^{10} / 2,45 \cdot 10^9 = 12,24 \text{ см} \quad (1)$$

Выбор типа волновода

В соответствии с рабочей частотой $f = 2450$ МГц и длиной волны 12, 24 см, в качестве рабочего типа волновода выбираем прямоугольный волновод с поперечным сечением $90 \times 45 \text{ мм}^2$.

Выбор материала волновода

В качестве конструкционного материала была выбрана нержавеющая сталь, так как по стоимости, она дешевле, чем медь и латунь.

Расчет затухания СВЧ энергии в волноводе.

Расчет проводим для рабочей волны Н10 по формуле, приведенной в работе [2]:

$$(\alpha)_{H_{10}} = \frac{\sqrt{\frac{\omega \epsilon_0}{2 \sigma_{\text{ст}}}}}{b \sqrt{1 - \frac{\lambda^2}{4a^2}}} * \left[1 + 2 \frac{b}{a} \left(\frac{\lambda}{2a} \right)^2 \right], \quad (2)$$

где $\mu_{\text{ст}}$ – магнитная проницаемость стенки волновода, $\sigma_{\text{ст}}$ – удельная проводимость стенки волновода, $1/\text{Ом} * \text{м}$; ϵ и μ – относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости среды заполняющей волновод.

Отсюда получаем:

$$\begin{aligned} (\alpha)_{H_{10}} &= \frac{\sqrt{\frac{15.386 * 10^6 * 5 * 10^{-3} * 8.84 * 10^3 * 0.154}{2 * 7.69 * 10^6 * 12.56 * 10^{-7}}}}{45 * \sqrt{1 - \left(\frac{12.24}{2 * 90} \right)^2}} * \left[1 + 2 \frac{45}{90} \left(\frac{12.24}{2 * 90} \right)^2 \right] \\ &= 0.118 \left[\frac{\partial B}{\partial m} \right] \end{aligned}$$

Для изготовления СВЧ плазматрона в качестве конструкционного материала была выбрана нержавеющая сталь, так как по стоимости, она дешевле, чем медь и латунь.

Схема плазматрона представлена на рисунке 1.

Плазмотрон с активным инициированием СВЧ – разряда представляет собой волноводно - коаксиальный переход «пуговичного» типа 1, который состоит из прямоугольного волновода 2 и коаксиальной линии 3, с внешним проводником 4, образующий разрядную камеру и внутренним проводником 5 в котором расположена трубка 6 с подключенным к ней проводником 7. Плазмотрон снабжен волноводом

круглого сечения 8, который служит для подачи плазмообразующего газа и защитой от СВЧ – излучения. На выходе волновода 2 может быть размещена согласованная нагрузка 9 или короткозамыкатель 10. Волновод 2 сечением $90 \times 45 \text{ мм}^2$ выполнен из нержавеющей стали. Внутренний проводник 5 коаксиальной линии 3 диаметром 16 мм и внешний проводник 4 внутренним диаметром 40 мм также выполнены из нержавеющей стали.

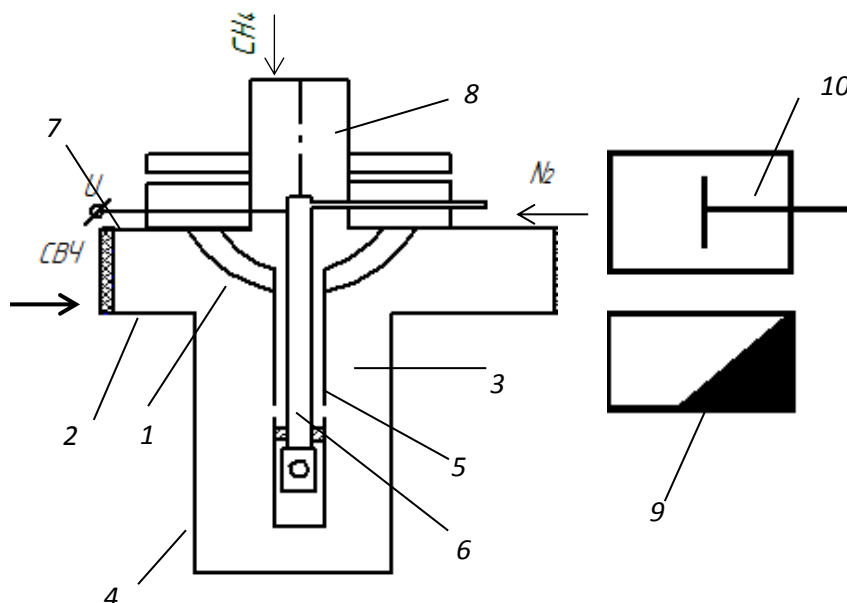


Рис.1. Схема плазматрона.

На начальном этапе работы СВЧ плазматрона произвели калибровку приборов. Калибровка - это совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения пригодности к применению средств измерений.

Затем были произведены измерения параметров согласования его волноведущей системы с помощью панорамного измерителя коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) и ослабления Р2-56 в диапазоне частот от 2200 до 4400 МГц. Из полученных зависимостей при частоте равной 2450 МГц, $КСВН = 1.26$ при согласованной нагрузке,

Для данного КСВН рассчитываем коэффициент отражения и уровень отраженной мощности:

$$|\Gamma| = \frac{p-1}{p+1} = \frac{1.26-1}{1.26+1} = 0.1 \quad (3)$$

где $|\Gamma|$ - коэффициент отражения, p - Коэффициент стоячей волны (КСВН).

Найдем значение уровня отраженной мощности:

$$P_{\text{отраж}} = \Gamma^2 * P_{\text{пад}} * 100\% = 0.1^2 * 1 * 100\% = 1\% \quad (4)$$

Так же были произведены измерения параметров согласования его волноведущей системы при короткозамыкающем поршне.

частоте равной 2450 МГц, КСВН = 2.7 при короткозамыкателе.

Для данного КСВН рассчитываем коэффициент отражения и уровень отраженной мощности :

$$|\Gamma| = \frac{p - 1}{p + 1} = \frac{2.7 - 1}{2.7 + 1} = 0.45$$

Найдем значение уровня отраженной мощности:

$$P_{\text{отраж}} = \Gamma^2 * P_{\text{пад}} * 100\% = 0.45^2 * 1 * 100\% = 21.1\%$$

В результате проведенного эксперимента при измерении согласования плазматрона с согласованной нагрузкой и короткозамыкателем был выбран первый вариант (согласованная нагрузка) характеризующейся минимальным уровнем отраженной мощности. Что подтверждает хорошее согласование волноведущей системы. Так как коэффициент отражения соответствует уровню отраженной мощности 1% то есть наша система обладает хорошим согласованием.

С помощью данного плазматрона была осуществлена конверсия природного газа в углеродный наноматериал и водород с эффективностью до 70% . В состав углеродного наноматериала входят многослойные, однослойные луковичные нанотрубки и аморфный углерод с удельной поверхностью 200-400 м²/гр. В экспериментах мощность СВЧ генератора изменялась в пределах 0.8-2 КВт. Расход газа в пределах 0.05-1 м³/час. Эксперименты проводились при атмосферном давлении.

Список информационных источников

1. Техника и приборы СВЧ. Том 1 / И.В. Лебедев, 1970.
2. Альтшулер В.С. Термодинамика процессов получения газов заданного состава из горючих ископаемых. – М.: Изд-во «Наука», 1969, – 256 с.
3. Жерлицин А.Г., Шиян В.П., Косицин В.С., Медведев Ю.В., Галанов С.И., Сидорова О.И. Плазмохимическая конверсия природного газа в СВЧ реакторе // Известия Вузов. Физика. – 2010. – № 10-2. – С. 270–274

4. Устройство для получения углерода и водорода из углеводородного газа: пат. 2390493 Российская Федерация. № 2008144433/15; опубл. 27.05.2010.

БЕСПРОВОДНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Антюфеев В.К., Губанова А.Р.

Юргинский технологический институт

Томского политехнического университета, г. Юрга

*Научный руководитель: Теслева Е.П., к.ф.-м.н., доцент кафедры
естественнонаучного образования*

Беспроводная передача электричества на расстоянии известна с 1831 года, когда Майкл Фарадей открыл явление электромагнитной индукции. Фарадей доказал, что при изменении магнитного потока, проходящего через замкнутый контур, в последнем возникает электрический ток. На этом принципе работает множество приборов, однако массово использовать его в быту именно для передачи энергии без проводов человечество начало только в конце двадцатого века [1].

Впервые беспроводная передача энергии была представлена на всеобщее обозрение в 1899 году сербским изобретателем Николой Тесла. Он показал беспроводную передачу на питание поля люминесцентных ламп, расположенных в двадцати пяти милях от источника питания без использования проводов. Но в те времена дешевле было сделать проводку из медных проводов на 25 миль, чем строить специальные электрогенераторы, поэтому изобретение так и осталось неоцененным по достоинству. Тесла был первооткрывателем, который показал практичное применение беспроводной связи, но на сегодняшний день, в продаже есть совсем немного приборов, использующих принцип беспроводного электричества [2].

Развитие беспроводного электричества началось с небольшого диапазона товаров: зарядных устройств для телефонов и электрических держателей зубных щеток. Повышение эффективности позволило передавать мощность на расстояние в несколько метров. Постепенно технология начала использоваться в таких крупных и энергоемких продуктах, как телевизоры, компьютеры и даже транспортные средства. Был принят универсальный стандарт, обеспечивающий совместимость и тем самым значительно повышающий рыночную привлекательность подобных устройств [3].

Большинство видят сходство беспроводной передачи электричества с передачей информации, например, радио, сотовая связь,